

# Os serviços ecossistêmicos como medidas estruturais para prevenção dos desastres

DÉLTON WINTER DE CARVALHO

## Sumário

Introdução. 1. Prevenção e mitigação dos desastres. 2. O governo dos riscos catastróficos e a incerteza. 2.1. Medidas estruturais. 2.1.1. Infraestrutura verde ou natural. 2.1.2. Infraestrutura cinza ou construída. Considerações finais.

## Introdução

O Direito dos Desastres traz à lume uma necessária radicalização da prevenção *lato sensu*, exigindo um papel protagonista dos instrumentos de avaliação e gestão de riscos catastróficos. Os processos de decisão, em sede jurisdicional ou administrativa, devem sempre ser permeados pela necessidade de evitar e antecipar os desastres. Para tanto, a gestão dos eventos extremos depende da eficaz interação entre *medidas estruturais* e *não estruturais* para prevenção de desastres.

Entre as medidas estruturais, encontram-se as obras de infraestrutura construídas pelo homem, assim como, mais contemporaneamente, *os serviços ecossistêmicos*, como infraestrutura verde ou natural, os quais vêm exercendo também forte influência sobre os estudos de avaliação de risco e demais medidas não estruturais. O presente trabalho chama a atenção para a tendência mundial de utilização institucionalizada dos serviços ecossistêmicos como estratégia estrutural preventiva para gerir riscos de desastres ambientais.

As pesquisas mais atuais na área de prevenção a desastres demonstram a necessidade de construção de um direito que assegure o meio ambiente ecologicamente equilibrado não apenas como bem jurídico (de uso comum do povo), mas também os *serviços ecossistêmicos* por sua alta importância e eficácia difusa.

Délton Winter de Carvalho pós-doutor em Direito pela University of California at Berkeley (USA), doutor e mestre em Direito pela UNISINOS (RS) e professor do programa de pós-graduação em Direito da UNISINOS.

Em casos de regulação jurídica dos desastres, bem como de atuação dos organismos institucionais competentes para lidar com eventos extremos, a prevenção *lato sensu* (prevenção e precaução) exerce um papel central. Isso se dá em razão da própria magnitude extrema dos desastres, assim como de suas constantes incertezas e indeterminações causais. A prevenção, de forma circular e sistemática, deve permear e nortear todas as fases de um fenômeno de consequências catastróficas, desde sua prevenção propriamente dita até a reconstrução do patrimônio, da economia e do ambiente afetados.

O Direito, por seu turno, detém forte vinculação estruturante com o horizonte passado, demonstrando limites e dificuldades operacionais para explorar os instrumentos existentes e demonstrar os prognósticos razoáveis acerca dos possíveis danos ambientais catastróficos.

Ao descrever o papel do Direito nesse cenário de prevenção dos desastres, o presente texto delimita sua análise à função preventiva do Direito e aos diversos instrumentos úteis para identificação, avaliação, gestão e comunicação dos riscos de desastres. Num primeiro momento, exploram-se os caminhos para subsidiar decisões que tenham a função de identificar e gerenciar os riscos extremos, lançando mão de uma descrição e reflexão crítica acerca das *medidas estruturais e medidas não estruturais* de prevenção dos riscos catastróficos.

As *medidas não estruturais* consistem em estudos e informações que instrumentalizam os processos de tomada de decisão, a fim de permitir a antecipação, quer preventiva quer mitigatória, de eventos extremos. Dentre tais instrumentos, destacam-se o estudo de impacto ambiental e as avaliações de riscos ambientais, que adquirem novas nuances e funções quando utilizados para a prevenção de desastres. Mais especificamente, existem os chamados *instrumentos de política nacional de proteção e defesa civil*, previstos na Lei de Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/12). Nesse contexto, mesmo instrumentos já existentes no cenário jurídico (como é o caso do plano diretor, de cadastros, mapas de riscos, planos de emergência, entre outros) ganham novas funções e, além de propiciar uma integração de dados e informações, orientam os processos decisórios com base no Estado de Direito, limitando a discricionariedade, bem como restringindo as possibilidades de decisões alheias à prevenção.

## 1. Prevenção e mitigação dos desastres

*A gestão do risco deve, circular e sistemicamente, permear todas as fases estratégicas de um desastre.* A título exemplificativo, de infraestruturas de engenharia civil danificadas por um desastre, devem ser reconstruídas

de modo a evitar novos eventos catastróficos e a serem resilientes a novos eventos, sobretudo no que diz respeito às mudanças climáticas e seus eventos climáticos extremos. Merece destaque o fato de a Lei de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2012) fazer expressa menção ao protagonismo da função preventiva na gestão dos desastres, sendo *diretriz* da referida política nacional “a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres”<sup>1</sup>, e seu objetivo “a redução dos riscos de desastres”<sup>2</sup>.

Um problema de racionalidade que enfrenta qualquer expectativa de adoção de medidas preventivas ou precaucionais pelo setor econômico é o custo dessa adoção, que deve ser menor do que os custos *post factum*, ou seja, de remediação. Assim, o direito, em uma dimensão preventiva ou punitiva, deve estimular essa equação (BRUGGEMAN, 2010, p. 28-30), não *apenas* pela imposição de internalização de custos, mas sobretudo por instrumentos de dissuasão (medidas preventivas), poder de polícia e criminalização em matéria ambiental. O direito deve, ainda, minimizar as falhas existentes na *subvalorização* mercadológica e econômica dos serviços ecossistêmicos, tornando justo e racional o uso e o proveito dos recursos naturais.

Outro desafio decorre das características dos próprios riscos catastróficos, que consistem, em muitos casos, em riscos de baixa probabilidade, porém com grandes perdas (vidas, propriedade e serviços ecossistêmicos). A inserção da incerteza nos contextos de decisão dificulta a imposição de medidas preventivas adequadas, pois *não há como gerenciar riscos adequadamente se você não consegue medi-los adequadamente*. Nesse sentido, mesmo o desconhecimento deve ser ponderado na construção de tais descrições

sustentadas por padrões e programas de decisão principiológicos, tais como a prevenção (para a qual há a necessidade de descrição quantificável do risco, quer em suas probabilidades e/ou magnitudes) e a precaução (que gerencia decisões em contextos de dúvida e incerteza científicas a partir de *hipóteses cientificamente ponderáveis*). Assim, a aprendizagem, a informação e os modelos de decisão em contextos de incerteza devem ser tomados em consideração com grande atenção, quer no diagnóstico, quer, acima de tudo, na fundamentação, atendendo ao *Princípio da Motivação* das decisões administrativas e jurisdicionais.

O direito, em sua função preventiva a ocorrência de desastres, deve atuar como um observador da gestão técnica e política do risco, controlando o nível de prevenção em situações críticas. Há, assim, uma estabilidade-dinâmica na operacionalidade do direito em situações críticas. O direito ainda serve para trazer à tona, questionar e mapear os pressupostos, pré-juízos e pré-compreensões estruturantes da *racionalidade social* ao longo dos processos de tomada de decisão nas organizações (públicas ou privadas).

Cabe destacar também que, quando aprofundada, a *circularidade* no gerenciamento dos riscos leva à observação de que *sistemas de infraestruturas críticas interconectadas* apresentam um padrão para análise e gerenciamento de risco com uma constituição que segue o seguinte padrão: *normalidade; interrupção; falha sistêmica; resposta de emergência; recuperação; nova normalidade*. Nessa equação, deve ser salientado o fato de que muitas vezes é possível que a interrupção operacional que leve a desastres ou colapsos seja temporária, com o sistema sendo capaz, estruturalmente, de retornar à (velha) normalidade, processo ao qual se denomina *restauração*. Em casos como esses, muitas vezes não há a percepção

<sup>1</sup> Ver inciso III do art. 4º da Lei nº 12.608/2012.

<sup>2</sup> Ver inciso I do art. 5º da Lei nº 12.608/2012.

de nenhuma interrupção contínua no sistema, seja em relação à infraestrutura de engenharia civil, cibernética ou mesmo verde.

Um sistema em colapso consiste em algo profundamente *diverso do sistema em modo operacional normal* e, em virtude de sua constante capacidade de apresentar cenários imprevisíveis, oferece profunda complexidade ao planejamento, ao preparo e, acima de tudo, às *respostas emergenciais*. Em muitos casos, uma *mitigação substancial* no período recente pós-desastre faz-se diante de um cenário absolutamente complexo e caótico, sem que tenha havido antecipação e preparação adequadas. *Essa constatação atribui uma relevância ainda maior às estratégias preventivas a desastres.*

Finalmente, o ciclo processual acima é capaz de demonstrar que, após a recuperação, o que será obtido não será uma *velha normalidade*, mas sim uma *nova normalidade*, com novas características, tais como estímulos à inovação, novos serviços ecossistêmicos, novas formas cotidianas de vida e novos padrões de qualidade ambiental, gerando novos aprendizados para prevenção de futuras ocorrências. É nesse ponto que as *irreversibilidades*<sup>3</sup> são percebidas, numa confrontação entre a *velha normalidade* (pré-desastre) e a *nova normalidade* (pós-recuperação e reestabilização).

## 2. O governo dos riscos catastróficos e a incerteza

A informação detém um papel fundamental na gestão dos desastres, uma vez que não apenas facilita a prevenção de tais eventos, mas também fornece às partes envolvidas e aos possíveis afetados motivação e potencial de mo-

<sup>3</sup> Acerca do papel da irreversibilidade no Direito, ver Sunstein (2010). Tomando em consideração a irreversibilidade na jurisprudência e no Direito brasileiro, ver Carvalho (2011).

bilização. A coleta, produção e publicização de informações, a partir de um *direito de saber*, são um importante instrumento para a prevenção dos desastres, pois não só estimulam a reflexão sobre atividades de risco, como também potencializam a participação dos afetados nas decisões potencialmente causadoras de danos catastróficos.

A *prevenção* ocorre em momento anterior ao evento, ao passo que a *mitigação* se inicia no mesmo momento do evento e segue temporalmente, afetando positivamente (diminuindo) a magnitude do evento. *As mudanças climáticas* impõem um novo grau de dificuldade e complexidade à sociedade global no que diz respeito à adoção de medidas para mitigação do aquecimento do Planeta e suas consequências. Surge aí o sentido de *adaptação*<sup>4</sup>: diante da incapacidade de *prevenir* (uma vez que o processo de mudança climática já parece estar em curso), e pelo fato de a *mitigação* satisfatória mostrar-se lenta e complexa, a *adaptação* às novas características climáticas consiste em mais uma etapa de um ciclo de gerenciamento de risco de desastres.

Na percepção crítica de Austin Sarat e Javier Lezaum, a ênfase e o crescimento da atenção ao termo *resiliência* nada mais são do que um crescente ceticismo na capacidade de antecipação em casos de riscos catastróficos. Para o autor, há um crescente interesse pelo tema da resiliência na literatura sobre desastre e gestão de crises em contraposição à ênfase em planejamento e antecipação (SARAT; LEZAUM, 2009, p. 5).

<sup>4</sup> A Lei de Política Nacional sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2009) conceitua adaptação como as “iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima” (art. 2, I). Ainda, a vulnerabilidade, para os fins dessa legislação, consiste no “grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema, em função de sua sensibilidade, capacidade de adaptação, e do caráter, magnitude e taxa de mudança e variação do clima a que está exposto, de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos” (art. 2, X).

O grande desafio que se coloca à gestão dos desastres decorre exatamente de uma das principais características desses eventos: a *incerteza*. Os desastres não apenas chamam a atenção para a premência da gestão dos riscos, mas também, e sobretudo, demonstram os desafios de gerenciamento da ignorância, do desconhecimento, da incerteza e da precariedade dos dados que envolvem as probabilidades e as magnitudes dos riscos catastróficos. Ao mesmo tempo que os desastres justificam a sua prevenção, as incertezas e os limites cognitivos do homem impõem, em muitos casos, uma ausência ou, pelo menos, grande dificuldade para a realização dessa prevenção.

## 2.1. Medidas estruturais

No Direito brasileiro, como já referido, a prevenção dos desastres envolve, por evidente, a avaliação (estudo das ameaças, do grau de vulnerabilidade do sistema e dos corpos receptores, e a síntese conclusiva, com avaliação e hierarquização dos riscos catastróficos e definição das áreas de maior risco) e a gestão dos riscos de desastres (medidas estruturais e não estruturais). As estratégias para atuação preventiva aos desastres são compostas a partir de medidas estruturais e não-estruturais. Nota-se que, *tradicionalmente*, as medidas estruturais são compreendidas *apenas* como aquelas decorrentes da engenharia civil (infraestrutura construída pelo homem), tais como diques, barragens, obras de contenção de erosão e deslizamentos, entre outras. Por tal motivo, havia, antes da instituição do novo modelo de Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (instituído pela Lei nº 12.608/12), a convicção acerca da prioridade das medidas não estruturais sobre as estruturais<sup>5</sup>, dando ênfase às estratégias de construção de informações e conhecimento acerca dos riscos ambientais em detrimento do dispêndio de recursos financeiros em obras de infraestrutura civil, geralmente mais onerosas temporal e financeiramente.

### 2.1.1. Infraestrutura verde ou natural

Note-se que um dos caminhos mais recentes, construtivos e criativos adotados pelo Direito dos Desastres consiste em tomar a *infraestrutura natural* como estratégia *estrutural* preventiva e mitigadora dos desastres, valorando os ecossistemas não apenas como *bens ambientais*, mas sobretudo como *serviços ecossistêmicos* de prevenção e proteção contra desastres naturais. Os desastres ambientais têm exercido um papel significativo

---

<sup>5</sup> Ver item 1.2. da Política Nacional da Defesa Civil, p. 15: “Em princípio, as medidas não-estruturais devem ser consideradas prioritariamente” (BRASIL, 2007).

em determinar como se entendem e se valoram os serviços ambientais (HIROKAWA, 2011, p. 545). Não se pode olvidar que os serviços ecossistêmicos também exercem uma importante função na construção da resiliência de uma comunidade afetada, de forma mais célere. Isto é, a preservação dos ecossistemas e de seus serviços desenvolve um papel de grande importância na fase pós-desastre (SUDMEIER-RIEUX, 2006, p. 1). Contudo, é na fase preventiva que têm maior importância. Por tal razão, as estratégias preventivas a desastres devem enfatizar controles estruturais naturais (infraestruturas naturais) e controles não estruturais (estudos, avaliações, mapas de risco, zoneamentos, etc.) (VERCHICK, 2010, p. 78). As medidas estruturais construídas artificialmente devem ser utilizadas também, porém subsidiariamente à infraestrutura natural e aos estudos avaliativos. O Direito dos Desastres começa a demonstrar a relevância operacional dos serviços ambientais como *medidas estruturais preventivas*, estratégia estrutural inexistente ou, para dizer o mínimo, inexplorada, no cenário brasileiro até o momento.

Pensar os serviços ambientais como infraestrutura verde atribui um maior destaque à integração entre os elementos ambientais e aqueles construídos pelo homem, o que potencializa a aptidão para um desenvolvimento comprometido com a sustentabilidade presente e futura. A sociedade tem apresentado um constante aumento de demanda por serviços ambientais e maior confiança em sua disponibilidade e fornecimento, ao mesmo tempo que tem demandado por desenvolvimento socioeconômico e expansão territorial.

Sob o ponto de vista conceitual, parte-se da noção de que *infraestrutura* consiste em fundações, fazendo menção especial a instalações básicas em relação às quais a continuidade e o crescimento de uma comunidade fazem-se

dependentes. Há, a partir desse conceito, uma valorização dos serviços ambientais fornecidos para a vida humana. Desenvolvido, primeiramente, no planejamento urbano de grandes cidades, o conceito de *infraestrutura verde* atribui atenção às áreas ambientalmente relevantes para a qualidade de vida nos grandes centros urbanos. Assim, a infraestrutura verde nada mais é do que *uma rede interconectada de espaços ambientais que conservam valores e funções ecossistêmicas, provendo benefícios associados às populações humanas*. A importância dessa concepção frente a visões mais tradicionais de desenvolvimento consiste na ênfase na integração entre valores conservacionistas, ordenação e planejamento de ocupação do solo, gestão do crescimento e planejamento da infraestrutura construída (ou cinza). O termo infraestrutura verde enfatiza *sistemas interconectados* de áreas naturais e outros espaços abertos que, uma vez protegidos e geridos, promovem benefícios ecológicos à sociedade e ao ambiente (BENEDICT; MACMAHON, 2001, p. 1-7).

O *ecossistema*, por sua vez, é um complexo dinâmico de comunidades vivas, que inclui microrganismos, plantas, animais e seres humanos, e seu ambiente não vivo, interagindo como uma unidade funcional em uma dada área. Ecossistemas são, portanto, vistos como sistemas humanos e ecológicos integrados que trabalham em conjunto para prover a gama de bens e outros benefícios necessários para suportar vida, meios de subsistência e bem-estar humanos. Já os serviços ecossistêmicos, são os *benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas*. Esses incluem os *serviços de provisionamento*, como alimentos, água, madeira e fibras; *serviços de regulação*, que afetam clima, enchentes, doenças, resíduos, qualidade da água, mitigação de perigos naturais, controle de processos de erosão do solo, purificação da água; *serviços culturais*, que proporcionam lazer, benefícios

estéticos e espirituais; e *serviços de apoio*, tais como a formação do solo, a fotossíntese, e o ciclo dos nutrientes (MA, 2005, p. vii).

Por seu turno, a expressão *meio ambiente* é usada muitas vezes, com um sentido mais abrangente, que inclui tanto os elementos naturais quanto os elementos humanos construídos, que cercam e afetam a vida, o desenvolvimento e a sobrevivência de organismos e comunidades (MA, 2005, p. vii; PEDRR, 2010, p. 10). O sentido de *meio ambiente* (arts. 225, CF, e 3, I, da Lei 6.938/81) abrange e supera o de serviços ecossistêmicos, sendo uma noção que compreende bens e serviços decorrentes destes.

Os serviços ambientais e seu respectivo pagamento encontram aderência ao sistema jurídico pátrio por estarem compreendidos na noção de *instrumentos econômicos* como mecanismos de implantação da Política Nacional de Meio Ambiente (art. 9º, XIII, Lei nº 6.938/81). Nesse aspecto, enquanto os *serviços ecossistêmicos* são passíveis de valoração econômica com base na avaliação de sua relevância para viabilizar a qualidade de vida humana, as *funções ecossistêmicas* são *processos ecológicos essenciais* que dão suporte às cadeias ecossistêmicas (por exemplo, a decomposição de materiais forma a estrutura do solo; a transformação de energia e materiais em estrutura vegetal fornece *habitat* para outros organismos) (RUHL; KRAFT; LANT, 2007, p. 16) e não são passíveis de tal atribuição valorativa e mercadológica. Essas funções geram benefícios à vida humana, os quais costumam ser nomeados de serviços ecossistêmicos. Os serviços não correspondem diretamente às funções, podendo determinados serviços decorrer de duas ou mais funções ecossistêmicas (EETEN; ROE, 2002, p. 15-16). Entretanto, essa diferenciação não é pacífica, exatamente pela proximidade, indeterminação e acoplamento intenso.

Diversos estudos (PEDRR, 2010) demonstram que os ecossistemas e seus respectivos serviços beneficiam a redução dos riscos de desastres em duas formas preponderantemente. Primeiramente, os ecossistemas (tais como banhados, florestas e sistemas costeiros) podem *reduzir a exposição física* aos perigos naturais, servindo como barreiras protetivas naturais ou amortecedores que mitigam impactos (PEDRR, 2010, p. 12-14). A segunda forma pela qual os ecossistemas podem diminuir os riscos de desastres é pela *redução das vulnerabilidades socioeconômicas* inerentes aos riscos de impactos. Além da relevância preliminar de proteção dos ecossistemas e de suas funções regulatórias, os ecossistemas também sustentam a subsistência humana e fornecem bens essenciais, tais como alimentos, fibras, medicamentos e materiais para construção, sendo, portanto, igualmente relevantes para o *fortalecimento da segurança humana, bem como da resiliência contra desastres* (PEDRR, 2010, p. 14-16).

Entre 1991 e 2010, segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, o número de pessoas afetadas no Brasil por desastres foi de 96.220.879.

Apesar de a estiagem e a seca serem a espécie de desastre que mais afeta a população no país (50,34%), são as inundações bruscas, que afetam 29,56% das vítimas, os eventos responsáveis pelo maior número de mortes (com 43,19%) (ATLAS..., 2012, p. 28-29). Diante desse cenário, ganham especial importância para a prevenção de desastres em nosso país os serviços ecossistêmicos que previnem inundações e os consequentes deslizamentos de terra, com especial destaque para as florestas e áreas alagadiças.

A título exemplificativo da *capacidade preventiva e mitigatória dos serviços ecossistêmicos em relação a desastres, as florestas de montanhas e a vegetação em encosta*<sup>6</sup> exercem os seguintes serviços com efeito preventivo e mitigador: i) cobertura vegetal e estruturas de raízes protegem contra a erosão e aumentam a estabilidade de taludes pela ação de manter o solo compacto, evitando, assim, deslizamentos de terra; ii) as florestas protegem contra queda de rochas e estabilizam a neve, reduzindo o risco de avalanches; iii) florestas de captação, especialmente florestas primárias, reduzem o risco de inundações, aumentando a infiltração de chuva e atrasando os picos de fluxos de água que ocasionam as inundações, a exceção de situações em que o solo esteja saturado; iv) florestas sobre as bacias hidrográficas são importantes para a recarga e purificação de água, mitigação da seca e salvaguarda do abastecimento de água potável para algumas das principais cidades do mundo (PEDRR, 2010, p. 13).

Da mesma forma, *áreas alagadiças e planícies aluviais* i) exercem o controle de cheias em áreas costeiras, bacias hidrográficas interiores e áreas montanhosas sujeitas ao derretimento glacial; ii) turfeiras, campos úmidos e outras áreas alagadiças armazenam água, liberando-a lentamente, o que reduz a velocidade e o volume de escoamento superficial após chuvas fortes ou derretimento de neve na primavera; iii) zonas úmidas costeiras, planícies de maré, deltas e estuários reduzem a altura e velocidade de tempestades (*storm surges*) e maremotos; iv) pântanos, lagos e várzeas servem de verdadeiros reservatórios de água, pois liberam

---

<sup>6</sup>A questão florestal tem especial importância no contexto brasileiro em razão do crescimento e intensificação das ocorrências de deslizamentos, combinado esse fenômeno com a recente alteração do chamado Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que fragiliza a tutela de áreas de proteção permanente e reservas legais. É a partir da ocupação de áreas especialmente vulneráveis que se tem uma intensificação das probabilidades e magnitudes de riscos de inundações, deslizamentos, terremotos, incêndios, entre outros. Esse fator de agravamento de riscos catastróficos é especialmente relevante no caso brasileiro, uma vez os desastres ambientais, cada vez mais constantes no país, apresentam relação direta com a ocupação irregular de áreas de preservação permanente – APP (vegetação em topo e encostas de morros, nas margens de rios, lagos e lagoas artificiais, etc.). Nesse sentido, os deslizamentos ocorridos no vale do rio Itajaí em 2008 e na zona serrana do Rio de Janeiro em 2011 têm ligação importante, porém não exclusiva, com o estado de conservação da vegetação natural nos topos de morros, nas encostas e mesmo nos sopés. Neste sentido, ver Silva (2011, p. 69).



e escoam lentamente os excessos da estação chuvosa, abastecendo ecossistemas em períodos de estiagem (PEDRR, 2010, p. 13-14).

A perspectiva da utilização dos serviços ambientais como critério para avaliação, quantificação e gestão de riscos e danos ambientais detém sustentação constitucional no âmbito brasileiro, uma vez que o art. 225, §1º, I, da Constituição Federal estabelece como incumbência do Poder Público “preservar e restaurar os *processos ecológicos essenciais* e prover o manejo ecológico das espécies e *ecossistemas*” (grifo nosso). Nesse sentido, os serviços ecossistêmicos apresentam sustentação constitucional, sendo o meio ambiente ecologicamente equilibrado uma síntese jurídico-conceitual que é, simultaneamente, garantia de um *bem jurídico comum* e de *serviços ecossistêmicos* oriundos dele. Trata-se de um bem/serviço que atua como uma *infraestrutura*. Em outras tintas, sua relevância essencial ao bem estar transindividual justifica a sua manutenção, recuperação e constante monitoramento no Estado de Direito Constitucional.

A importância da *infraestrutura verde* ou natural como elemento de proteção contra desastres se dá em razão dos serviços prestados pelos recursos naturais, justificando uma atenta *manutenção* e *monitoramento* desses bens. O sentido atribuído à infraestrutura verde é constituído em distinção àquilo que tradicionalmente chamamos de infraestrutura (cinza ou construída), tendo como exemplos as barragens, os diques, as estradas, entre outras obras de engenharia civil. A infraestrutura natural, por sua vez, tem como espécies as áreas alagadas, as florestas, os marismas, as dunas, as restingas, entre outros ecossistemas capazes de atuar como proteção contra desastres naturais.

Esses serviços, pensados como infraestrutura natural, podem ajudar a lidar com os desastres em duas formas. *Primeiro*, atuando

como um *bloqueio natural* aos impactos de um desastre, diminuindo ou desviando as forças da natureza da direção das comunidades humanas. *Ainda*, após os impactos, a infraestrutura natural servirá para *prover bens e serviços de fundamental importância para a recuperação econômica e física do local atingido* (VERCHICK, 2010, p. 25-42). É evidente que o papel dos serviços ecossistêmicos apresenta limites, sendo, portanto, relevante a sua utilização combinada com infraestruturas construídas pelo homem, numa abordagem híbrida (PEDRR, 2010, p. 15).

A observação do meio ambiente como infraestrutura verde demonstra não apenas sua condição de *bem ambiental*, mas também de *serviços ecossistêmicos*<sup>7</sup>, o que encoraja uma maior valorização do *monitoramento*, da *manutenção* e *recuperação* destas áreas. Tais infraestruturas têm um enorme potencial para a proteção das comunidades humanas de inundações, terremotos, tempestades, furacões, fogos, deslizamentos, entre outras catástrofes.<sup>8</sup>

De outro lado, em virtude da grande dificuldade de descrição e quantificação exata dos serviços ambientais, bem como da indeterminação dos beneficiários desses serviços, a atribuição de instrumentos de financiamento para manutenção econômica sustentável das estruturas naturais constitui um grande desafio. Assim, a dificuldade de institucionalização dos serviços ecossistêmicos tem relação direta com a dificuldade de identificação e delimitação de seus beneficiários, uma vez que esses serviços beneficiam, na maioria dos casos, uma coletividade indeterminada. Tal dificuldade é

---

<sup>7</sup> Para Keith H. Hirokawa (2011, tradução nossa) “serviços ecossistêmicos” referem-se a uma ampla gama de condições e processos, através dos quais os ecossistemas naturais e as suas espécies ajudam a sustentar e preencher a vida humana”.

<sup>8</sup> Acerca das características da infraestrutura natural e sua importância na mitigação aos desastres naturais, ver Verchick (2010, p. 11-24).

acrescida da necessidade de um sistema de direitos de propriedade que seja capaz de valorar economicamente e assegurar juridicamente a aderência desses direitos à propriedade. Estudos como *Millennium Ecosystem Assessment* (MA, 2005), demonstram que o valor dos serviços ambientais é bastante superior ao seu valor de mercado, o que evidencia uma *subvalorização*, uma desigualdade no usufruto da qualidade ambiental e uma evidente apropriação privada desses serviços. Esse déficit de valoração econômica é decorrente da ausência de um mercado para tais serviços (SALZMAN; THOMPSON; DAILY, 2001, p. 311-312), em virtude do pouco conhecimento acerca deles e da dificuldade de identificação dos beneficiados.<sup>9</sup>

A perspectiva dos serviços ecossistêmicos (*ecosystems services approach*) serve, cada vez mais, ao detalhamento técnico do mapeamento dos bens e suas funções ecológicas. A partir de uma base construtivista, os serviços ecossistêmicos são capazes de *acoplar*, num mesmo ato comunicacional, diversas estruturas de racionalidade comunicativa e de decisão (científica, econômica, jurídica, política). Portanto, essa perspectiva explora o conhecimento corrente, enfatizando a interdisciplinaridade ambiental, integrando a ciência emergente ou contemporânea, a economia dos serviços ecossistêmicos e a sua avaliação dentro da área de atuação jurídica de regras e incentivos (SALZMAN; THOMPSON; DAILY, 2001, p. 313).

A exemplo da infraestrutura natural, aquelas construídas pelo homem também apresentam uma relevância essencial de serviço e função pública de proteção contra desastres. Nessa espécie, que adota uma perspectiva mais tradicional, destaca-se a importância da qualidade

da concepção, da construção e, sobretudo, da manutenção das obras de engenharia civil (FARBER et al, 2010, p. 63-71).

### 2.1.2. Infraestrutura cinza ou construída

Quando apresentar limites, a infraestrutura verde deve ser combinada com infraestruturas construídas pelo homem, em uma abordagem estratégica híbrida. Isso dará maior efetividade às defesas estruturais contra desastres. Via de regra, a manutenção e a restauração de ecossistemas como infraestrutura verde apresentam-se mais vantajosas, numa análise de custo-benefício, do que a infraestrutura de engenharia civil, quando se leva em consideração toda a gama de benefícios fornecidos pelos ecossistemas (SUDMEIER-RIEUX, 2009; NELLEMAN; CORCORAN, 2010; CONVENIENT..., 2009).

Conforme já vislumbrado, tradicionalmente, as medidas estruturais se limitavam a compreender as infraestruturas de engenharia civil, sendo, portanto, estratégias subsidiárias em relação às medidas não-estruturais em razão de seus custos serem, via de regra, mais elevados quando comparados com os das medidas não-estruturais. Além disso, as obras de engenharia tendem a ser mais onerosas também temporalmente e, frequentemente, promovem novas intervenções no ambiente, resultando em *impactos ambientais*, muitas vezes, significativos. Contudo, a *inserção dos serviços ecossistêmicos compreendidos como medida estrutural, a partir da noção de infraestrutura natural, altera tal prevalência*. As estratégias de utilização de obras de engenharia civil para prevenção e mitigação de desastres compreendem obras tais como diques, muros de contenção, obras de drenagem, entre outras possibilidades.

Importante mencionar que as obras de infraestrutura, seja para prevenção de desastres, seja para outras funções estruturais (tais como

<sup>9</sup>Sobre as falhas sistêmicas e os déficits de justiça que engendram a degradação e o consumo exagerado dos recursos naturais globais, ver Verchick (2010, p. 43-60).

mobilidade urbana, geração de energia, etc), devem ser *resilientes às mudanças climáticas*, considerando os prognósticos de intensificação dos eventos climáticos extremos, elevação dos oceanos e elevação da temperatura média. Em tais cenários, há uma tendência cada vez mais clara de utilização combinada e integrada de infraestruturas naturais e cinzas.

A legislação pátria não apresenta maiores referências à necessidade de implementação de obras infraestruturais para a redução de riscos de desastres, prevendo apenas a necessidade de os municípios incluídos no cadastro nacional de os municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos elaborarem plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastres (BRASIL, 2010)<sup>10</sup>. Há, assim, uma ênfase na realização de planejamento como condição para a execução das estratégias estruturais tradicionais.

## Considerações finais

Com a promulgação da Lei de Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/12), a nova estrutura normativa para gestão de desastres no Brasil exige a consolidação do Direito dos Desastres como estrutura jurídica orientadora das decisões concernentes a prevenção e resposta a eventos extremos. Nesse sentido, apesar de não haver uma referência normativa expressa, uma das mais promissoras tendências de estratégia estrutural preventiva a desastres consiste na utilização dos serviços ecossistêmicos como verdadeiras “barreiras protetivas” contra eventos climáticas extremos e como fatores de ampliação da capacidade resiliente de comunidades atingidas.

Essa perspectiva é enfatizada por tais serviços serem, por evidente, mais baratos que estratégias tradicionais, como aquelas decorrentes de obras de engenharia civil, as quais, além de apresentarem onerosidade financeira, ocasionam severos impactos durante a sua construção. Isso sem falar no lapso temporal da construção de grandes obras de infraestrutura civil.

Diferentemente, os serviços ecossistêmicos tendem a fazer uso dos ecossistemas já existentes em uma determinada localidade, com funções ambientais de prevenção e mitigação de eventos extremos. No caso específico do perfil brasileiro de desastres, centrado em eventos de inundações e deslizamentos, a relevância da proteção a ecossistemas, tais como banhados e áreas alagadas, assim como a florestas de encostas, entre outras, têm profunda relevância na prevenção aos desastres e suas

---

<sup>10</sup> Ver art. 3-A, parágrafo segundo, III, da Lei nº 12.340/10.

consequências ambientais, patrimoniais e pessoais. A proteção jurídica contra a ocupação de áreas ambientalmente relevantes e a tutela de áreas de preservação permanente fortalecem a base normativa dessas estratégias. Nesse sentido, os serviços ecossistêmicos permitem um verdadeiro acoplamento estrutural entre os sistemas do Direito, da Economia e da Ciência, orientado para potencializar a *infraestrutura verde* das cidades e seu potencial preventivo.

Finalmente, há de se destacar que os serviços ecossistêmicos encontram sustentação no contexto normativo ambiental brasileiro no art. 225, parágrafo primeiro, inciso I, da Constituição Federal, bem como no art. 9º, inciso XIII, da Lei nº 6.938/81.

## Referências

ATLAS brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume brasil. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 set. 1981.

\_\_\_\_\_. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, Senado Federal, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Integração Nacional. *Política nacional de defesa civil*. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2007.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 dez. 2009. [Edição extra].

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.340, de 1º de dezembro de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. *Diário Oficial da União*, Brasília, 11 abr. 2012.

BENEDICT, Mark A.; MACMAHON, Edward T. *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. Washington D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse, 2001. p. 1-7. Disponível em: <<http://www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

BRUGGEMAN, Véronique. *Compensating Catastrophe Victims: a Comparative Law and Economics Approach*. Alphen aan den Rijn: Kluwer Law International, 2010.

CARVALHO, Délton Winter de. A construção probatória para a declaração jurisdicional da ilicitude dos riscos ambientais. *Revista da AJURIS*, ano XXXVIII, n. 123, set. 2011.

CONVENIENT solutions to an inconvenient truth: ecosystem-based approaches to climate change. Washington D.C.: The World Bank, 2009. (Environment and development).

EETEN, Michel J. G. van; ROE, Emery. *Ecology, Engineering, and Management: Reconciling Ecosystem Rehabilitation and Service Reliability*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

FARBER, Daniel et. al. *Disaster Law and Policy*. 2nd. ed. Boston: Aspen, 2010.

HIROKAWA, Keith H. Disasters and Ecosystem Services Deprivation: From Cuyahoga to the Deepwater Horizon. *Albany Law Review*. v. 48, n. 1, 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MA. *Ecosystems and Human Well-Being: current state and trends*. Washington: Island Press, 2005. v. 1.

NELLEMAN, C.; CORCORAN, E.(Ed.). *Dead planet, living planet: biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development: a rapid response assessment*. Norway: United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, 2010.

PARTNERSHIP FOR ENVIRONMENT AND DISASTER RISK REDUCTION – PEDRR. *Demonstrating the Role of Ecosystem: based Management for Disaster Risk Reduction*. ISDR, 2010. Disponível em: <www.pedrr.net>. Acesso em: 20 jan. 2015.

RUHL, J.B.; KRAFT, Steven. E.; LANT, Christopher L. *The Law and Policy of Ecosystem Services*. Washington: Island Press, 2007.

SALZMAN, James; THOMPSON, Barton H.; DAILY, Gretchen C. Protecting Ecosystem Services: Science, Economics, and Law. *Stanford Environmental Law Journal*, n. 20, p. 309, 2001.

SARAT, Austin; LEZAUM, Javier (Ed.). *Catastrophe: Law, Politics, and the Humanitarian Impulse*. Boston: University of Massachusetts Press, 2009.

SILVA, José Antônio A. (Coord.). *O Código Florestal e a ciência: contribuições para o diálogo*. São Paulo: SBPC/ABC, 2011.

SUDMEIER-RIEUX, Karen et al. (Ed.). *Ecosystems, Livelihood and Disasters: An integrated approach to disaster risk management*. Cambridge: IUCN, 2006.

SUNSTEIN, Cass. Irreversibility. *Law, Probability and Risk*, Oxford, set./dec., 2010. v. 9.

VERCHICK, Robert R. M. *Facing Catastrophe: Environmental Action for a Post-Katrina World*. Cambridge: Harvard University Press, 2010.